

---

# Gesundheitliche Aspekte von elektrischen und magnetischen Feldern bei Hochspannungs- Gleichstrom- und Drehstrom- Freileitungen

Dr. Hannah Heinrich  
2h-engineering & -research

---

---

## Physikalische Grundlagen

**Elektrische Felder** werden verursacht von:

- elektrischen Ladungen
- elektrischen Ladungsunterschieden → elektrischen Spannungen

Die Einheit der elektrischen Feldstärke ist Volt/Meter [V/m]

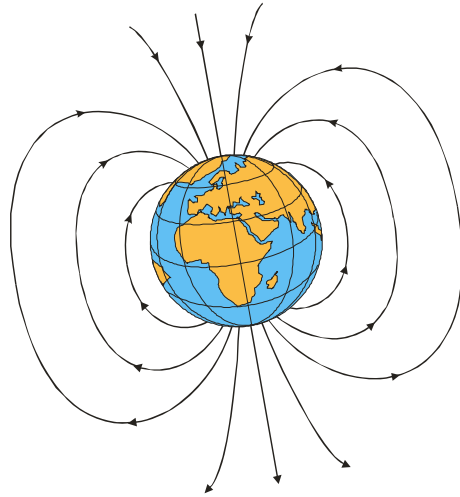
**Magnetische Felder** werden verursacht von:

- bewegten elektrischen Ladungen → elektrischen Strömen

Die Einheit der magnetischen Flussdichte ist Tesla [T]

Physikalische Grundlagen

## Natürliche elektrische und magnetische Felder



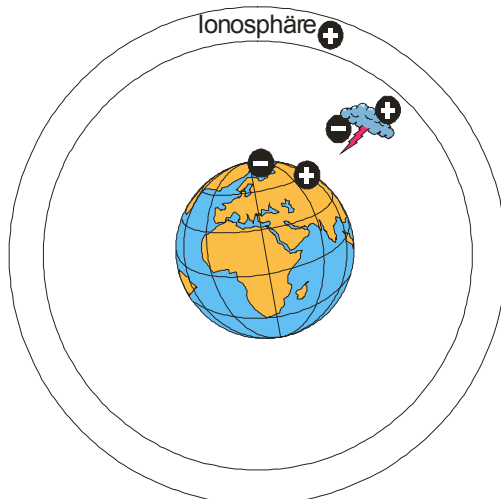
Magnetisches Feld: 20 ... 60  $\mu\text{T}$

Mittelwert in Deutschland: 45  $\mu\text{T}$

Lokale Schwankungen bis zu 1300  $\mu\text{T}$

(WoniK, 1992)

Natürliche magnetische Felder



### Elektrische Felder

- Schönwetter-Feldstärken: 0,1 - 0,5 kV/m
- Gewitter-Feldstärken: 3 - 20 kV/m
- Ionen-Stromdichten:
  - Schönwetter: 0,000002 - 0,000003  $\mu\text{A}/\text{m}^2$
  - Regen, Nebel: 0,1 - 1  $\mu\text{A}/\text{m}^2$
  - Gewitter, Hagel: 100  $\mu\text{A}/\text{m}^2$

Natürliche elektrische Felder

# Künstliche elektrische und magnetische Felder im Wohnumfeld

## Hintergrund-Informationen

- Der Mittelwert der magnetischen Flussdichte für netzfrequente magnetische Felder in deutschen Haushalten beträgt 0,01 - 0,3  $\mu\text{T}$  (max. Mittelwert 1  $\mu\text{T}$ )
- Durch die Verwendung von elektrischen Haushaltsgeräten werden jedoch extreme Schwankungen verursacht

Netzfrequente (50 Hz) magnetische Flussdichten von Haushaltsgeräten	
Entfernung	Magnetische Flussdichte
30 cm	0,01 - 1 $\mu\text{T}$
3 cm	0,3 - 2000 $\mu\text{T}$

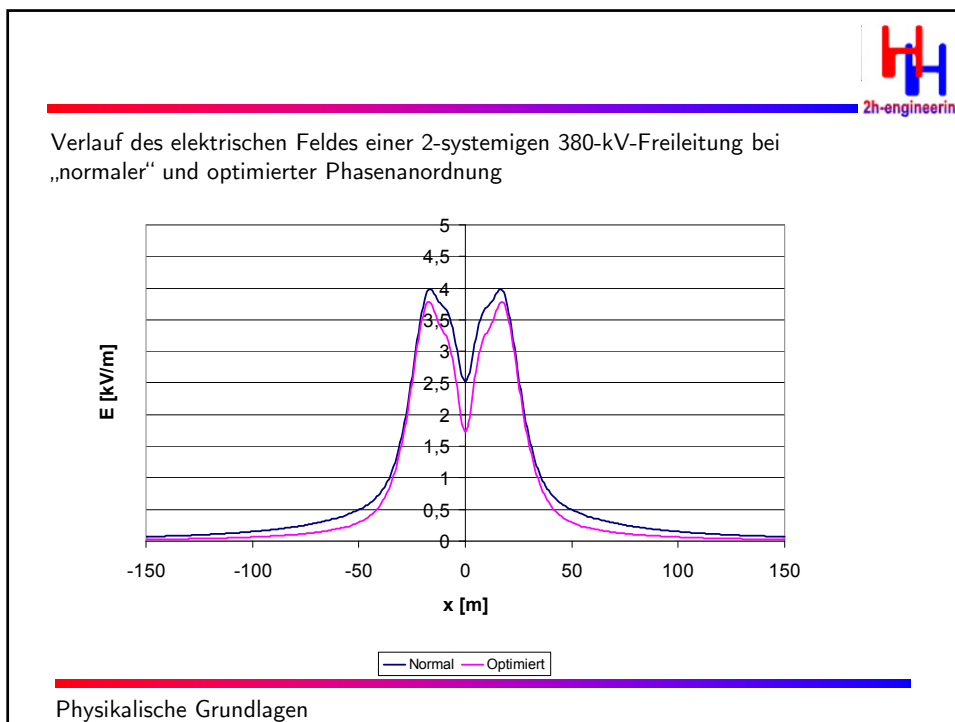
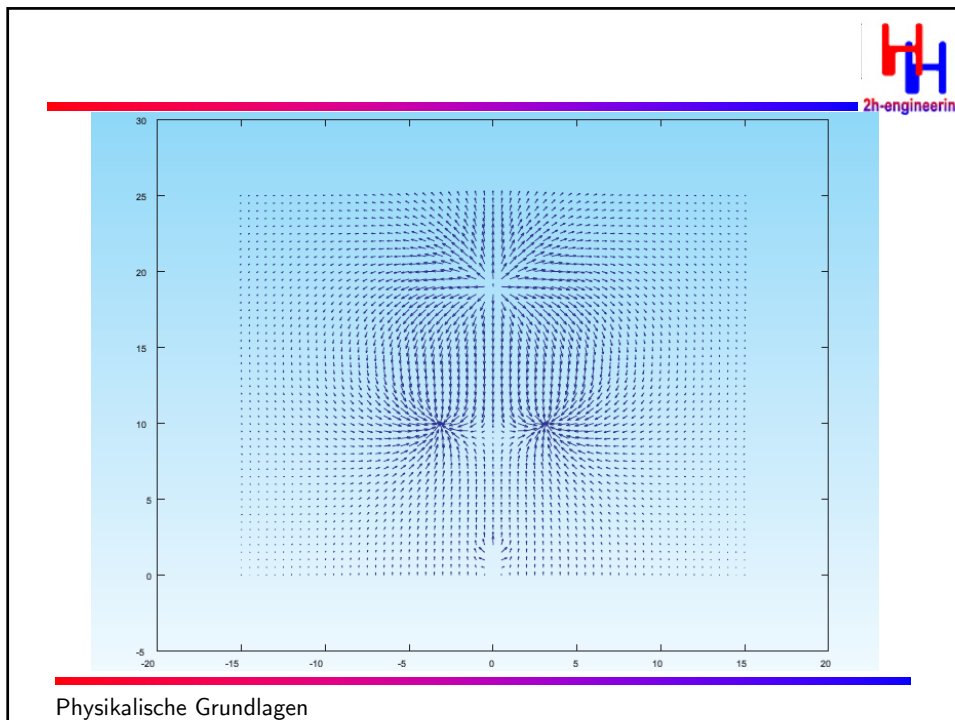
# Elektrische und magnetische Felder von Hochspannungs-Freileitungen

## Hochspannungs-Drehstrom- und HGÜ-Freileitungen

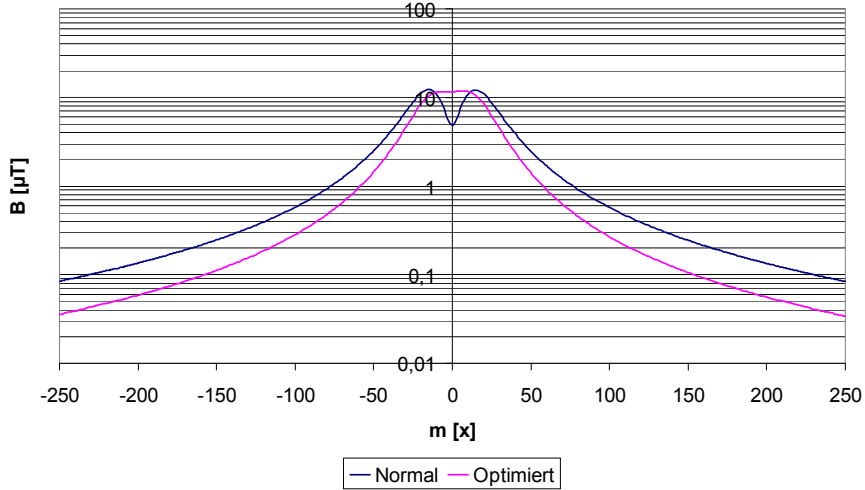
- die höchsten elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten treten zwischen den Leiterseilen auf
- am Erdboden und mit zunehmender Entfernung von der Trassenachse nimmt sowohl die elektrische Feldstärke als auch die magnetische Flussdichte rasch ab
- bei mehrsystemigen Hochspannungs-Drehstrom- und HGÜ-Freileitungen kann durch eine Optimierung der Phasenbelegung eine weitere Reduzierung der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte erreicht werden

### HGÜ-Freileitungen:

Evtl. auftretende Koronaentladungen an den positiven Leiterseilen sind lauter, deswegen ordnet man diese bevorzugt auf den oberen Mastebenen an

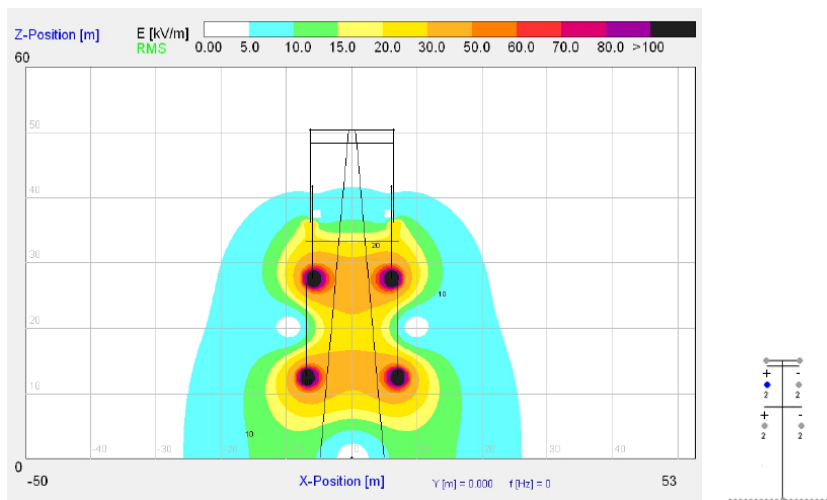


Verlauf des magnetischen Feldes einer 2-systemigen 380-kV-Freileitung bei „normaler“ und optimierter Phasenanordnung



Physikalische Grundlagen

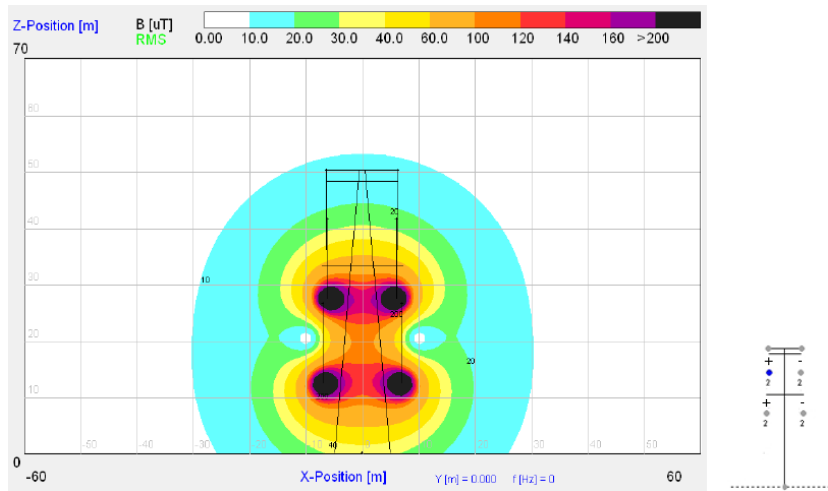
Verlauf des elektrischen Feldes einer 2-systemigen  $\pm 500$ -kV-HGÜ-Freileitung



© Fuchs, K. et al.: Hochspannungsgleichstromübertragung - Eigenschaften des Übertragungsmediums Freileitung. Imenau: Universitätsverlag, 2014.

Physikalische Grundlagen

Verlauf des magnetischen Feldes einer 2-systemigen  $\pm 500$ -kV-HGÜ-Freileitung



Physikalische Grundlagen

Physiologie



### **Biologische Wirkungen elektrischer Felder:**

- ➔ Direkte Wirkungen statischer und niederfrequenter (50 Hz) elektrischer Felder sind ohne Belang
  
- ➔ Mittelbare Wirkungen (Berührungsspannungen, -ströme beim Berühren von leitfähigen im Feld befindlichen Objekten) müssen jedoch berücksichtigt und ggf. begrenzt werden

### **Biologische Wirkungen magnetischer Felder:**

- ➔ Direkte Wirkungen statischer magnetischer Felder wie sie im Bereich von HGÜ-Freileitungen auftreten sind ohne Belang
  
- ➔ Die magnetischen Flussdichten unterschreiten selbst in Leitungstrasse von HGÜ-Freileitungen die Werte des Erdmagnetfelds
  
- ➔ Magnetische Wechselfelder (50 Hz) von Drehstromfreileitungen unterschreiten selbst in Leitungsachse die Grenzwerte der 26. BImSchV erheblich
  
- ➔ In einem Abstand von mehr als etwa 150 m zur Trassenmitte der Drehstrom-Freileitung überwiegen meist die Expositionen durch magnetische Felder der Hausinstallation

### Deutschland – 26. BImSchV

- In der Sechszwanzigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 werden folgende Grenzwerte festgelegt:

Frequenz	Effektivwert der	
	elektrischen Feldstärke	magnetischen Flussdichte
50 Hz	5000 V/m	200 $\mu$ T

- Niederfrequenzanlagen (...) sind so zu betreiben, dass sie in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung die (...) genannten Grenzwerte nicht überschreiten, wobei Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hertz die Hälfte des (...) genannten Grenzwertes der magnetischen Flussdichte nicht überschreiten dürfen.

Gesetzliche Regelungen

### Deutschland – 26. BImSchV

- Dabei bleiben (bei Anlagen die vor dem 22. August 2013 errichtet worden sind), soweit nicht im Einzelfall hinreichende Anhaltspunkte für insbesondere durch Berührungsspannungen hervorgerufene Belästigungen bestehen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer für die Nachbarschaft unzumutbar sind, außer Betracht
  1. kurzzeitige Überschreitungen der Grenzwerte (...) um nicht mehr als 100 Prozent mit einer Dauer von nicht mehr als 5 Prozent eines Beurteilungszeitraumes von einem Tag (1,2 Stunden) und
  2. kleinräumige Überschreitungen der Grenzwerte der elektrischen Feldstärke (...) um nicht mehr als 100 Prozent außerhalb von Gebäuden.

Gesetzliche Regelungen

### Deutschland – 26. BImSchV

- In der Sechszwanzigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 werden folgende Grenzwerte festgelegt:

Frequenz	Effektivwert der	
	elektrischen Feldstärke	magnetischen Flussdichte
0 Hz	-	500 $\mu$ T

Gesetzliche Regelungen

### Deutschland – 26. BImSchV

- Gleichstromanlagen (...) sind so zu betreiben, dass sie in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum dauerhaften oder vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung der (...) genannte Grenzwert der magnetischen Flussdichte nicht überschritten wird, sowie
- Wirkungen wie Funkenentladungen auch zwischen Personen und Objekten, die zu erheblichen Belästigungen oder Schädigungen führen können, vermieden werden

Gesetzliche Regelungen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

